



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Centro de Políticas Públicas UC

Áreas verdes urbanas y sostenibilidad: un desafío pendiente

ALEJANDRA VARGAS
NICOLÁS ALLAMAND

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal



TEMAS DE LA AGENDA PÚBLICA

Año 18 / N° 164 / Julio 2023

ISSN 0718-9745

Áreas verdes urbanas y sostenibilidad: un desafío pendiente

ALEJANDRA VARGAS
NICOLÁS ALLAMAND

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

1. Introducción

Hace algún tiempo empezamos a tomar conciencia de que enfrentamos un intrincado escenario global: pobreza, contaminación, cambio climático, sobrepoblación, migración rural-urbana, entre otros múltiples desafíos, que, sumados a los conflictos geopolíticos, económicos y socioculturales, nos hacen enfrentarnos a un difícil momento, en donde planificar un adecuado desarrollo se vuelve una tarea altamente compleja.

La comunidad científica nos alerta periódicamente sobre los costos presentes y futuros de un modelo de desarrollo antropocéntrico, que agota los recursos naturales del planeta. Este modelo ha devenido en el ya notorio cambio climático, agravante de una situación de alta incertidumbre e inestabilidad global.

Bajo este escenario, los centros urbanos juegan un rol fundamental tanto en el origen como en el combate de la crisis climática (Bulkeley, 2016). Si bien estos abarcan menos del 2% de la superficie de la Tierra, consumen el 78% de la energía mundial y producen más del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Nyakairu, Kuria y Mbogori, 2012).

Este hecho ha llevado a profundas discusiones en torno a cómo debe ser el desarrollo de las ciudades. Primero se habló de desarrollo sustentable, definiéndolo como “aquel que permite satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Brundland, 1987, p. 41). Esta definición llevó a una defensa acérrima del medio ambiente imponiendo

un deber de cuidado y preservación por sobre cualquier otro factor.

Sin embargo, la complejidad del ambiente urbano, las relaciones sociales y el desarrollo económico obligaron a debatir el concepto. Fue así como se comenzó a preferir la terminología desarrollo sostenible, definido como aquel que considera la protección medioambiental, el desarrollo social y el crecimiento económico como tres pilares esenciales a los cuales hay que tener en cuenta frente a cada acción que se toma, para asegurar que se proteja el medio ambiente, sin dejar de lado el bienestar económico y social (United Nations, 1992).

Con miras a ese ideal, las urbes han dispuesto incrementalmente más y nuevas estrategias. Entre ellas, por ejemplo, se incentiva fuertemente la incorporación de vegetación al medio urbano. Al recopilarse mayor evidencia de su aporte directo en términos socioambientales y económicos, los parques urbanos han pasado a ser un elemento intrínseco del desarrollo sostenible (Chiesura, 2004).

No obstante, los modelos de parques urbanos han sido cuestionados respecto de su efectiva sostenibilidad. Numerosos estudios analizan sus impactos y coimpactos, entre ellos, los procesos constructivos y materiales, el consumo o eficiencia energética, la producción y tratamiento de residuos, problemáticas de exclusión y justicia social, índices de seguridad, la artificialidad del funcionamiento y el índice de esterilidad como hábitat ecológico (Cranz y Boland, 2004).

Por tanto, ya no basta diseñar o inaugurar espacios con vegetación a los cuales se les denomine áreas verdes

para ser validados como factores de sostenibilidad en una ciudad (Chiesura, 2004). Es necesario reflexionar sobre qué hace que estos espacios contribuyan efectivamente a este desarrollo e implementar aquellas medidas que logren ese objetivo.

Enfrentados nacionalmente a una nueva realidad sujeta al cambio climático, reflejada en su más prístina evidencia en la llamada megasequía, los actores locales han desarrollado múltiples proyectos o estrategias catalogadas como sostenibles o ecológicas. Sin embargo, cabe preguntarse: ¿son efectivamente sostenibles y ecológicas?; ¿qué criterios cumplen para poder ser calificadas como tales?; ¿poseen evidencias que avalen o descarten dichas calificaciones?; ¿podrían algunas propuestas causar un efecto contrario al publicitado?

La multiplicidad de funciones y objetivos socioculturales, medioambientales y económicos que se esperan de las áreas verdes conlleva una planificación compleja. No todas las intervenciones podrán cumplir de igual forma y en igual medida dichas expectativas, funciones u objetivos. Algunas estrategias podrán generar impactos medioambientales deseados, pero podrían ser costosas de implementar (Bulkeley, 2016). Otras intervenciones podrán ser socialmente útiles, pero generar impactos medios o bajos a nivel medioambiental. Es en este punto donde descansa la necesidad fundamental de evidenciar los objetivos esperados y establecer mecanismos claros y transparentes mediante los cuales se pueda evaluar su grado de cumplimiento. Esto deviene en la necesidad de desarrollar investigación, monitoreo y evaluación de los objetivos y resultados. Así se permitirá enmendar el curso de acción –incluso en su desarrollo– en caso de ser necesario, o demostrar el éxito o fracaso de la medida.

Es por ello que quienes promueven, desarrollan y ejecutan estas políticas o estrategias de reverdecimiento, sean privados, autoridades o políticos, son llamados a impulsar más y mejores investigaciones que apoyen o entreguen insumos al proceso de diseño y ejecución, como también a establecer estrategias, normas y/o políticas basadas en evidencia y no en discursos (Young, 2011; Bush, 2020).

Una medida que incumpla sus objetivos o metas, o que incluso llegue a generar desvalores más relevantes que aquellos beneficios que pretendía lograr, genera desincentivos futuros para otros tomadores de decisiones, incluyendo a actores privados, quienes propenderán a resistirse a invertir en dichas medidas (Kiss, Sekulova

y Kotsilla, 2019). Por el contrario, las acciones exitosas tenderán a ser replicadas.

Sin embargo, el establecimiento y medición de impactos no es tarea simple. Existen variadas metodologías para el establecimiento y cuantificación de medios y resultados en proyectos de sostenibilidad en ciudades, pero enfrentan obstáculos muy relevantes como evaluaciones esporádicas, problemas de determinación o asignación de impactos, dificultades en el desarrollo o capacitación de metodologías, falta de transparencia de resultados, entre otras (Kiss, Sekulova y Kotsilla, 2019).

En concordancia con los pilares de sostenibilidad, que buscan el equilibrio ambiental, social y económico, se han establecido ciertos indicadores que sirven para evaluar un proyecto y la forma en la cual se valorarán y/o cuantificarán sus resultados (Kiss, Sekulova y Kotsilla, 2019). Estos son:

- Accesibilidad social y cultural a la naturaleza
- Disminución de índices de vulnerabilidad: seguridad alimentaria, integración social, seguridad
- Aumento de actividad económica: creación de empleos, plusvalía de barrios, conectividad y tránsito, revitalización
- Medidas medioambientales de mitigación de contaminantes, sean aéreos, terrestres o marinos
- Educativos: capacitaciones, concientización
- Resiliencia, adaptación y/o mitigación del cambio climático
- Preservación de medios culturales, históricos o sociales
- Conservación, preservación o restauración del medioambiente y/o biodiversidad, la protección de hábitats
- Conservación y calidad del agua
- Cambios institucionales, como nuevas tecnologías, procesos o estrategias (por ejemplo, de planificación urbana).

Analizar y evaluar las políticas, medidas o propuestas en áreas verdes no implica restarles valor intrínseco, o buscar perseverar el *statu quo*. Por el contrario, se busca incorporar estas medidas en un trabajo intra y transdisciplinario que permita su constante revisión y mejoramiento. Identificar brechas o falencias en conocimiento, capacidades y/o gobernanza permite establecer acciones de remediación (Frantzeskaki et al, 2020).

Este trabajo analiza, en primer lugar, el marco conceptual de las condiciones necesarias para que un área verde contribuya a un desarrollo sostenible. Posteriormente, se exponen proyectos internacionales que hayan basado sus objetivos y métricas en dichas condiciones. Luego, se analizarán iniciativas en Chile que han sido promovidas como sostenibles, con el fin de evaluar si se ajustan a dichos parámetros. Finalmente, se propone un marco conceptual, lineamientos y estrategias con miras al desarrollo de políticas, directrices y/o intervenciones en áreas verdes bajo uno o más criterios de sostenibilidad. Esperamos que este análisis contribuya a avanzar hacia un desarrollo sostenible, con medidas claras y eficientes.

2. Principios básicos de las áreas verdes sostenibles

En 2015, los miembros de la Asamblea General de Naciones Unidas aprobaron la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, estableciendo 17 objetivos y 169 metas específicas para sus países miembros. Dichos objetivos se articulan e integran a otros objetivos dispuestos, por ejemplo, en el Convenio sobre Diversidad Biológica, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo¹, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, y la Cumbre Mundial sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible.

La Agenda 2030 reconoce como pilares de un desarrollo sostenible el contar con “ciudades y comunidades más sustentables” (Objetivo 11) y la “gestión sostenible de bosques, la lucha contra la desertificación, el detener e invertir la degradación de las tierras y la pérdida de biodiversidad” (Objetivo 15). Entre sus metas específicas promueven el acceso universal a las áreas verdes, la seguridad de estos espacios públicos, apoyar vínculos económicos para fortalecer la planificación del desarrollo urbano, la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático y proteger, conservar y promover los ecosistemas naturales evitando la degradación y asegurando la biodiversidad.

Chile, de acuerdo con la Agenda 2030, aprobó en 2021 su Estrategia Climática de Largo Plazo (Gobierno de Chile, 2021), en la cual se integran al marco normativo nacional los 17 Objetivos, estableciendo una serie de metas nacionales, regionales, comunales y/o sectoriales para su cumplimiento. Entre ellas, destacan:

- Incentivar el uso de infraestructura ecológica urbana en las ciudades y promover la utilización de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en atención a los servicios ecosistémicos para mitigar y aportar a la resiliencia urbana frente a los riesgos ambientales y climáticos que puedan afectar a las comunidades (Edificación y Ciudades, Objetivo 8).

Meta: al 2030, toda ciudad o comuna con más de 100.000 habitantes deberá contar con un Plan de Infraestructura Ecológica implementado y vinculado a los instrumentos de planificación territorial, normas, planes y programas de desarrollo urbano y comunal e intercomunal. Al 2050, esto aplicará a todas las ciudades de más de 50.000 habitantes.

- Promover la restauración a escala de paisajes a fin de recuperar la biodiversidad nativa, la funcionalidad y estructura de los distintos tipos de ecosistemas y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, aumentando la resiliencia de los territorios y comunidades frente al cambio climático y otros factores de degradación (Biodiversidad, Objetivo 3).

Meta: al año 2030, incorporar un millón de hectáreas al proceso de restauración, de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisaje, y a 2050, incorporar al menos 1,5 millones de hectáreas adicionales. Todo ello bajo un sistema de monitoreo y reporte del avance de los procesos de restauración.

- Fortalecer la incorporación de objetivos de biodiversidad y uso de SbN en políticas, planes y programas de los sectores públicos y privados, incluyendo los instrumentos de gestión y planificación territorial (Biodiversidad, Objetivo 5).

Meta: contar, al 2025, con un sistema de priorización de la restauración y SbN que considere los aspectos socioecológicos y el riesgo climático, y establecer un estándar de SbN que permita identificarlas y monitorearlas.

Las metas son ambiciosas y requerirán múltiples estrategias para lograrlas y aunar a una gran cantidad de actores sociales. Dentro de las acciones concretas que hoy se implementan está el desarrollo de áreas verdes sostenibles. Sin embargo, son múltiples y variados los principios, criterios, objetivos e indicadores de sostenibili-

¹ Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, 3 al 14 de junio de 1992, vol. I, resoluciones aprobadas por la Conferencia (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta S.93.I.8 y corrección) Resolución 1, anexo I.

lidad que pueden ser aplicados. Todos ellos reconocen la complejidad del tema y dejan de manifiesto que es indispensable que se considere el efecto conjunto de los espacios verdes urbanos, es decir, el impacto que generan como sistema de vegetación y no como un conjunto de piezas esparcidas sin relación (Vélez y Gómez, 2008). De esta forma las áreas verdes se deben considerar como una universalidad, en la cual la suma e interacción de sus componentes otorga beneficios, y no necesariamente sus elementos de manera individual.

De aquí nace el concepto de infraestructura verde, definido como una “red de áreas verdes naturales y seminaturales en áreas rurales y urbanas, terrestres, lacustres, costeras y marinas, que en conjunto mejoran la salud y la resiliencia de los ecosistemas, contribuyen a la conservación de la biodiversidad y benefician a las poblaciones humanas a través del mantenimiento y la mejora de los servicios ecosistémicos” (Naumann et al, 2011, p. 14).

Sin embargo, como se estudiará en la sección 4, varias iniciativas realizadas en la Región Metropolitana que declaran buscar la sostenibilidad no dan prioridad a la integración dentro de sistema de infraestructura verde, y solamente priorizan tres aspectos: (1) la reducción de la cantidad de agua de riego; (2) bajo costo de mantención y (3) aumento de la diversidad de especies. Pero cabe preguntarse: ¿es suficiente cumplir con esas tres características para que un área verde sea considerada sostenible?

Para contestar la pregunta debemos llegar a los pilares básicos de la sostenibilidad y establecer, en primer lugar, el **marco de atributos ecológicos, sociales y económicos** que pueden ser trabajados en estos espacios, con el fin de maximizar los beneficios que entregan y lograr una unidad sistemática que en su conjunto se acerque a la sostenibilidad.

2.1. Atributos ecológicos

En términos ecológicos, los atributos a considerar se podrían establecer en función de los Límites Planetarios, que corresponden a un marco conceptual que establece ciertos límites a fenómenos ambientales que están cambiando y que provocarían grandes catástrofes si se transgreden. Estos definen un espacio operativo seguro para la humanidad, basado en los procesos biofísicos intrínsecos que regulan la estabilidad del sistema terrestre (Steffen et al, 2015). El mantenerse dentro de los límites implica un desarrollo sostenible, porque obliga a realizar acciones que eviten el deterioro del planeta.

Los límites planetarios se han establecido en función de: cambio climático, entidades novedosas (nuevas sustancias, nuevas formas de sustancias existentes y formas de vida modificadas que tienen el potencial de causar efectos geofísicos y/o biológicos no deseados), agotamiento de la capa de ozono, acidificación de los océanos, flujos bioquímicos (contaminación del suelo por fertilizantes), disponibilidad de agua dulce, cambio de uso de suelo e integridad de la biósfera (diversidad genética y funcional de las especies) (Figura 1). De estos límites, los que han sido transgredidos y representan un riesgo futuro importante son: el cambio climático y el cambio en el uso de suelo. Los límites que hoy nos ponen en una situación de grave peligro son la pérdida de biodiversidad de especies y la contaminación del suelo por sustancias bioquímicas, principalmente fósforo y nitrógeno (Steffen et al, 2015).

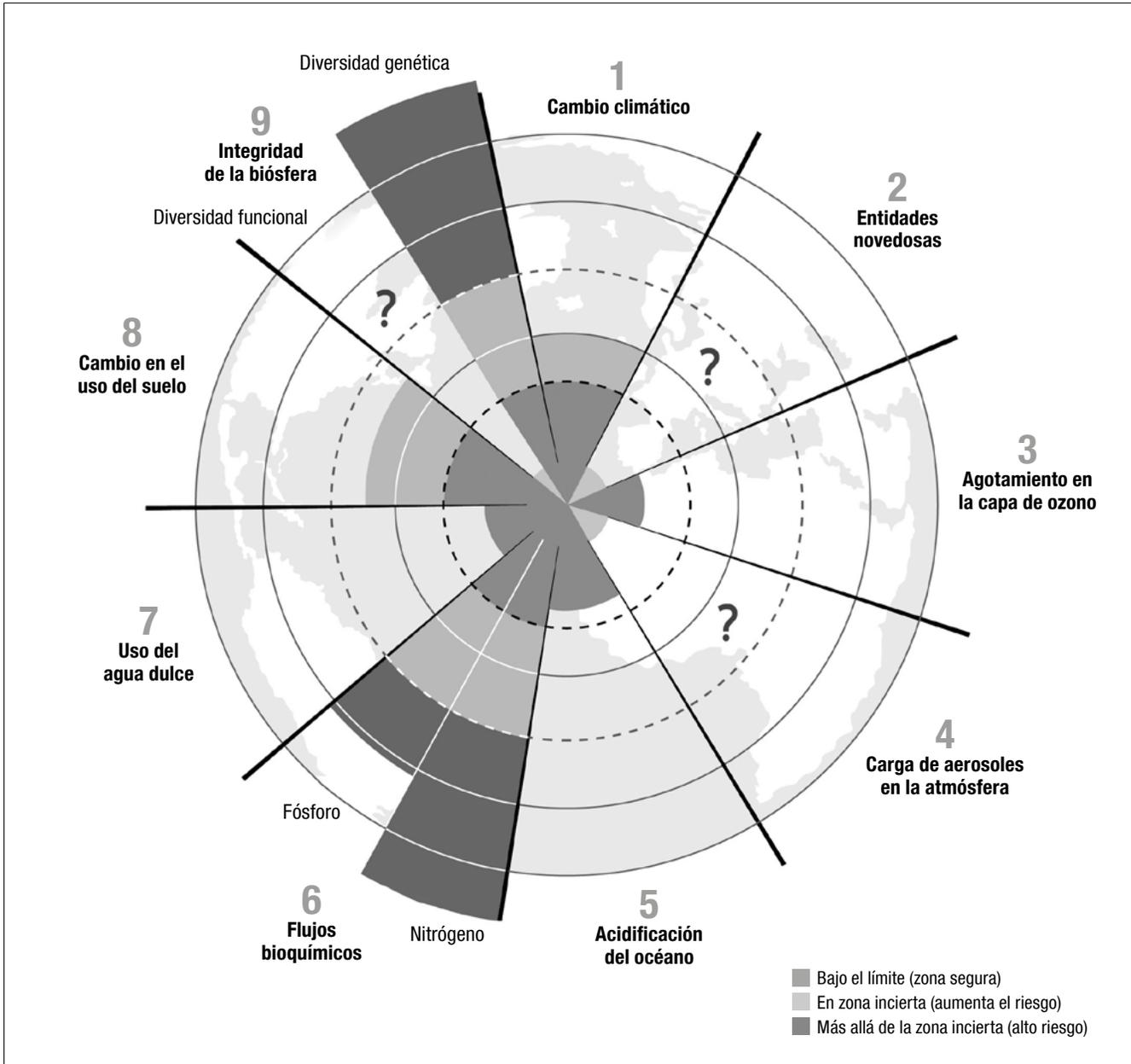
Bajo estos parámetros, las áreas verdes urbanas son espacios que pueden contribuir al cuidado del planeta, porque influyen en dos de los cuatro límites que hoy representan un riesgo: cambio climático y biodiversidad. Por lo tanto, para considerar estos espacios como sostenibles desde una perspectiva ecológica, se podría analizar su aporte en la regulación de estos factores para no transgredir los límites y mantenerse dentro de la denominada zona segura.

Reducción de temperatura

Santiago es una ciudad que ha sufrido cambios de temperatura en los últimos 50 años. De acuerdo con los datos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile en la estación de Quinta Normal, en la última década (2012-2021) la temperatura media fue de 15,7 °C, la misma que en el periodo comprendido entre 1972-2011. Sin embargo, en los últimos diez años, sí se ha verificado un aumento de las temperaturas máximas, pasando de 34,5 °C promedio anual entre 1972 y 2011 a 36,0 °C. Asimismo, actualmente existen más días de verano en que la temperatura máxima supera los 30 °C, pasando de 49,7 días en promedio en el periodo 1972-2011 a 75,6 días en promedio para la última década. Entre 1972 y 2011 existían en promedio 2,8 olas de calor anuales; sin embargo, entre el año 2012 y 2021 estas se incrementan a 7,6 eventos anuales (Fernández, 2021).

El aumento de la temperatura tiene un gran impacto sobre la salud y bienestar de la población. En Chile, entre los años 2017 y 2021, se estimó un promedio anual de 566 personas sobre 65 años cuyas muertes estaban relacionadas con el calor. Esto equivale a un aumento de

Figura 1. Límites planetarios



Fuente: elaboración propia a partir de Steffen et al, 2015.

225% con relación al promedio anual de 174 muertes para el período 2000-2004 (Palmeiro et al, 2022).

La gravedad de la situación obliga a planificar acciones que ayuden a mitigar las olas de calor, considerando que la ciudad produce que las condiciones climáticas sean aún más adversas, porque las superficies de las edificaciones y de los pavimentos absorben y multiplican la

radiación solar. Esto provoca que en verano aumente el calor ambiental y disminuya la humedad, mientras que en invierno las temperaturas mínimas se vuelven más bajas. Un sistema de infraestructura verde es un aporte a la regulación de la temperatura, porque la vegetación ayuda a disminuir la temperatura y a humedecer el ambiente (Gallay et al, 2023). Dentro de los componentes de un área verde, los árboles son los elementos que en

este ámbito otorgan más beneficios (Nowak, Crane y Stevens, 2006).

Los árboles tienen la propiedad de regular la temperatura: se ha comprobado que la diferencia térmica entre una calle sin árboles y otra con árboles de tamaño regular puede variar de 2 a 4 °C (Falcon et al, 2007). Las razones son diversas: primero, la sombra que proyectan los árboles impide que la piedra y el asfalto absorban la radiación, evitando que después se desprenda en forma de calor; segundo, el follaje absorbe las radiaciones de onda corta que se convierten en rayos infrarrojos al tocar el suelo, y tercero, la copa de los árboles aumenta la humedad relativa refrescando el ambiente (Falcon et al, 2007).

Es por ello que implementar estrategias y un adecuado sistema de infraestructura verde es un valioso aporte con miras a la regulación de la temperatura y humedad en medios urbanos (Nowak, Crane y Stevens, 2006).

Santiago cuenta con una muy baja cobertura vegetal, se estima que en promedio alcanza sólo el 16,5% de la superficie, existiendo una gran diferencia entre las comunas de los estratos socioeconómicos altos y los bajos. Las primeras presentan una cobertura arbórea promedio de 33,4% y las segundas, de 11,8% (Escobedo et al, 2006). Si se considerara como nivel óptimo de cobertura vegetal el de las comunas de nivel socioeconómico alto, el territorio en donde habitan los sectores más desprotegidos de la población presenta un déficit de 21,6%, con lo cual durante los meses de verano la población queda expuesta a la radiación y a las altas temperaturas sin espacios de resguardo. Esta realidad perjudica directamente a los ciudadanos que día a día tienen que soportar el calor al desplazarse desde sus hogares a sus lugares de trabajo, produciendo un desincentivo en la circulación peatonal y el uso de bicicletas y contribuyendo al uso de automóviles y sistemas de climatización que aumentan los índices de CO₂.

La situación anterior evidencia dos impactos. El aumento de la contaminación ambiental, producto de una sobreutilización de combustibles fósiles y de energía para equipos de refrigeración (Krishnamurthy et al, 1998; Sorensen et al, 1998; Kuchelmeister, 2000; Priego, 2002; Falcon et al, 2007) y una situación de inequidad social, ya que un gran porcentaje de la población vive en lugares con poca vegetación, siendo privados de sus beneficios.

La reducción de la temperatura es un factor crucial para conseguir la sostenibilidad del planeta. Actualmente se

estima que la temperatura promedio ha aumentado en 1,2 °C, lo que ha producido varias alteraciones, como inundaciones, olas de calor y de frío. Los científicos han estimado que, si aumenta hasta 1,5 °C, los eventos climáticos extremos se incrementarán, pero si se transgrede ese límite, las consecuencias podrían ser devastadoras e irreversibles (Steffen et al, 2015).

En consecuencia, el control y reducción de la temperatura es un factor crucial para conseguir la sostenibilidad del planeta. Las ciudades, entre ellas Santiago de Chile, tienen la oportunidad de controlar sus índices de temperatura potenciando su infraestructura verde. Esto conllevará, entre otros aspectos, contar con una gran cantidad de árboles distribuidos de forma estratégica y equitativamente por todo el radio urbano.

Las áreas verdes sostenibles deben considerar la reducción de temperatura como un atributo fundamental, promoviendo la plantación de árboles que otorguen sombra a todos los habitantes de la ciudad.

Biodiversidad

La diversidad biológica, o biodiversidad, es la variedad y variabilidad de todos los organismos y sus hábitats. La biodiversidad se entiende a nivel de especies, como la cantidad y número de individuos por cada categoría taxonómica; a nivel de genes, como la variación en la composición de los genes que posee una especie (*pool*); y a nivel de ecosistemas, como la cantidad de hábitats que componen la biósfera en donde existe un flujo de energía y materia entre ellos (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

Conservar la biodiversidad es fundamental para mantener las funciones, servicios y estabilidad de los ecosistemas (Aronson et al, 2017; IPBES, 2019). Las especies, sean vegetales o animales, evolucionan de acuerdo con las condiciones imperantes. Muchos seres vivos se han extinguido y otros han evolucionado a formas que se adaptan mejor a nuevas condiciones en el planeta. La extinción siempre ha existido, pero de una forma natural que se ajusta a los ciclos de la naturaleza. Sin embargo, hoy se habla de que estamos enfrentando una extinción masiva de especies, la cual se atribuye al actuar de las personas, que han eliminado, degradado y destruido múltiples hábitats naturales, sobrexplotado los recursos naturales y las poblaciones de especies silvestres, y que han contaminado y permitido la proliferación de especies invasoras (Fernández Calvo, 2019). El riesgo no es sólo la pérdida individual

de especies, porque el planeta puede tolerar un cierto nivel de extinciones. El problema es que no conocemos qué niveles o tipos de pérdida de biodiversidad pueden desencadenar cambios irreversibles en el sistema de la Tierra (Steffen et al, 2015).

Lo que sí tenemos claro es que la naturaleza, a través de la diversidad de especies y sus procesos ecológicos y evolutivos, es capaz de mantener la calidad del aire, del agua dulce y de los suelos, regular el clima, propiciar la polinización y el control natural de plagas y enfermedades y reducir los efectos de los peligros naturales (IPBES, 2019). Al perseguir la sostenibilidad urbana, se debe considerar la creación de espacios que se asemejen al ambiente natural, aunque para adecuarse a las necesidades de las urbes siempre será necesario que tengan algún grado de intervención humana (Cranz y Boland, 2004).

La ciudad es una intervención antrópica que se superpone y desplaza al hábitat natural, contribuyendo al desplazamiento y eliminación de especies preexistentes. Por lo anterior, para trabajar la sostenibilidad de los medios urbanos, resulta indispensable adoptar medidas que preserven y restauren su biodiversidad.

Las áreas verdes urbanas otorgan la posibilidad de restaurar en alguna medida el ecosistema, por ejemplo, se pueden utilizar especies vegetales capaces de entregar alimento y protección a la fauna local y que, a la vez, permitan su desplazamiento por el territorio. También está la posibilidad de utilizar un *pool* diverso de especies que aumente la resiliencia a plagas y enfermedades, o que permita devolverle la vida microscópica y la fauna al suelo. Sin embargo, debemos considerar que el tamaño de las áreas verdes y la conectividad entre ellas, son los atributos claves para conseguir un ecosistema diverso (Forman, 2016).

En ecología urbana, las áreas verdes son consideradas como parches dentro de la ciudad. Si los parches son pequeños y se mantienen aislados, la diversidad de especies va desapareciendo (Dramstad, Olson y Forman, 1996). A mayor tamaño, mayor es la cantidad de especies que este puede soportar. Y en la medida en que los distintos parches estén interconectados o cercanos, las especies podrán desplazarse entre ellos logrando poblar nuevas áreas (Dramstad, Olson y Forman, 1996).

Con el análisis anterior, contamos con un nuevo elemento base para argüir o descartar la sostenibilidad. Las ciudades deberán considerar un sistema extenso e interconectado de áreas verdes, dotado de una alta diversi-

dad de especies, privilegiando, pero no condicionando, el uso de especies nativas, con miras a preservar y/o restaurar sus hábitats naturales.

2.2. Atributos sociales

En términos sociales, las áreas verdes son importantes porque les permiten a los ciudadanos acercarse a la naturaleza. Todos los seres humanos tienen la necesidad de estar en contacto con lo natural: es lo que se denomina biofilia, la tendencia innata de centrarse en la vida y en sus procesos (Wilson, 1984).

Diversos estudios han comprobado que las personas obtienen beneficios psicológicos y fisiológicos al ser expuestos a ambientes naturales. Por ejemplo, en un estudio realizado en Voldenpark, ubicado en Ámsterdam, se entrevistó a 468 personas que visitan comúnmente parques, quienes declararon que el principal motivo que tienen para hacerlo es buscar relajación: el 73% de los encuestados dijo que esa es su primera prioridad. La segunda razón es la de poder estar en un ambiente natural, observando y disfrutando de la naturaleza y, luego, el poder compartir con la familia o los amigos (Chiesura, 2004).

En otro estudio realizado en Chicago, Estados Unidos, que involucró a 1.300 personas, se realizaron trabajos de observación y análisis de los reportes de criminología de áreas verdes durante un período de dos años. La conclusión es que las áreas verdes convierten el espacio público en algo placentero, que es bien recibido por la población y al cual se le da un buen uso, porque se relaciona con una buena convivencia de barrio, mayor uso del espacio público, seguridad, salud para los niños y menor delincuencia. Por el contrario, espacios públicos desprovistos de vegetación y cuidado se tornan “tierra de nadie”, no entregan un incentivo para la interrelación de los vecinos y favorecen la delincuencia (Bulkeley, 2016).

En términos de salud, se ha comprobado que caminatas regulares en bosques reducen los niveles de cortisol, una hormona ligada al estrés (Hartig et al, 2003), y en el caso de la ciudad, las áreas verdes tienen el mismo efecto porque proporcionan un entorno relajante. Los estudios han demostrado que los individuos que viven en áreas con más espacios verdes experimentan menos síntomas de ansiedad y depresión, y tienen una mejor calidad de vida, relacionada con la salud mental (Dadvand, Nieuwenhuijsen, Esnaola et al, 2015). En aquellos lugares en donde la vegetación aporta colores brillantes, se ha comprobado que los usuarios experimentan sentimientos de felicidad y calma (Lohr, 2007). Asimismo,

padecimientos relacionados con enfermedades respiratorias y cardíacas disminuyen en personas que viven a menos de un kilómetro de un parque, o en aquellas que viven en barrios rodeados de árboles, porque son espacios que promueven la actividad física (Mass et al, 2009; Kardan et al, 2015).

Los estudios demuestran empíricamente que la naturaleza complace a la población frente a sus necesidades psicológicas y fisiológicas y mejora su calidad de vida. Sin embargo, es importante destacar que los beneficios que percibe la gente en todos los estudios mencionados se verifican únicamente en áreas verdes amplias y bien establecidas, como parques o calles cubiertas por árboles grandes y añosos. No basta sólo con incorporar aleatoriamente especies vegetales a un sector, sino que resulta crítico crear un área verde en la cual los usuarios se sumerjan en un ambiente natural, y puedan estar y disfrutar de la naturaleza.

Si comparamos el total de superficie de áreas verdes entre las 34 comunas del área metropolitana de Santiago, se verá que aquellas correspondientes al mayor nivel de ingresos cuentan con más accesibilidad y cantidad de ellas. Por el contrario, existen múltiples sectores donde las áreas verdes se ven reducidas a pequeños espacios que no se interrelacionan y que no están cerca de donde se desarrolla la mayor actividad de la población (Reyes Pácke y Figueroa Aldunce, 2010). Esto es relevante en la consecución de principios de equidad, particularmente cuando los sectores menos privilegiados no cuentan habitualmente con jardines privados en donde poder descansar y compartir con la familia, convirtiendo el área verde pública en un elemento angular dentro de su calidad de vida.

Las áreas verdes, para ser catalogadas como sostenibles, deberán entonces ser espacios amplios y seguros, que permitan a la población interiorizarse y sentirse en un ambiente natural, lograr la desconexión y descanso de sus usuarios, la interacción con otras personas y la posibilidad de realizar actividad física.

2.3. Atributos económicos

Los beneficios económicos directos que producen las áreas verdes son el empleo y la producción de algunos alimentos para uso doméstico (Sorensen et al, 1998).

Con relación al empleo, los parques y jardines urbanos son lugares que aportan una buena fuente de trabajo,

en ellos se puede emplear mano de obra calificada y no calificada, producen trabajos permanentes para las labores de mantención y cuidado, así como también trabajos esporádicos cuando se ejecuta una nueva área (Sorensen et al, 1998). Esto abre nuevas posibilidades de trabajo para grupos de nivel socioeconómico bajo, quienes disponen de pocas herramientas para acceder a trabajos remunerados. En este sentido, las áreas verdes pueden considerarse también como una herramienta para que los gobiernos locales ayuden a mejorar el nivel de vida de los sectores más pobres de su comuna.

Respecto a los productos alimenticios, existen exitosas experiencias de comunidades que se organizan para cultivar jardines comestibles, en donde se realiza una agricultura de subsistencia que permite obtener algunos productos para el hogar, entregando no elementos materiales, sino que también fortaleciendo aspectos sociales dentro de la comunidad, como la participación, la sociabilidad y la identidad cultural (Moran, 2010).

A pesar de sus posibles beneficios económicos, las áreas verdes urbanas son a su vez espacios que demandan recursos económicos y humanos, como, por ejemplo, gestión y mantención. La plena autosuficiencia de ambos recursos en el funcionamiento de un parque es un objetivo poco viable, de manera que las condiciones de sostenibilidad se encaminan fundamentalmente a la disminución cuantificable del consumo de recursos y la reducción de externalidades negativas y residuos (Velez Restrepo, 2009). Por lo anterior, un área verde sostenible debería considerar estrategias que disminuyan el consumo de energía, el uso de fertilizantes, la cantidad de materiales que se emplean, el laboreo y el aporte de agua de riego. Además deberá contar con técnicas que permitan el tratamiento de los residuos vegetales para evitar la generación de basura.

Para el caso de la zona centro-norte de nuestro país, en donde se está viviendo una prolongada sequía, un área verde sostenible deberá ser un espacio con un adecuado manejo de recursos hídricos, para lo cual se requiere de diseños que contemplen la selección de material vegetal resistente a la sequía y estrategias de captación e infiltración de aguas (zonas drenantes). Ello tendrá, además, efectos positivos en la recarga de napas freáticas bajo la ciudad².

2 “El nivel freático, también conocido como capa freática, manto freático o napa freática, corresponde a la superficie que toma los puntos donde la presión del agua y la presión atmosférica son iguales. En otras palabras, más sencillas, corresponde al nivel superior o más alto de una capa freática o de un acuífero en general” (AGQLabs, 2021).

3. Modelos internacionales de áreas verdes sostenibles

En esta sección se analizarán Sbn, proyectos de infraestructura verde y/o áreas verdes urbanas, implementadas en el extranjero que contribuyen a la discusión sobre los principios y características de sostenibilidad. Para ello, se seleccionaron tres proyectos que cumplen con los siguientes requisitos:

- Fijan metas y/o utilizan los conceptos de sostenibilidad, ecología urbana y/o paisajismo sustentable
- Señalan abordar una o más variantes de la crisis climática, sean medioambientales, geopolíticas y/o socioeconómicas
- Han establecido mediciones cuantificables y calificables de sus variantes e impactos

3.1. La Estrategia de forestación urbana de Melbourne, Australia

Publicada en 2012, la Estrategia de Forestación Urbana de Melbourne (en inglés Melbourne's Urban Forest Strategy) busca mitigar y adaptarse al cambio climático, el crecimiento poblacional y las islas de calor, desarrollando un marco normativo y una estrategia de largo plazo para la evolución y longevidad de sus denominados bosques urbanos. La estrategia fue el resultado de un trabajo intra y multidisciplinario de más de dos años, realizado entre autoridades, líderes de la sociedad civil, académicos y otros. Esta estrategia aplica a la totalidad de Melbourne, la segunda ciudad más grande de Australia, con una superficie de 9.992 km² y más de cinco millones de habitantes en 2021 (City of Melbourne, 2012).

Al iniciar el proyecto, Melbourne contaba con más de 70.000 árboles dispuestos en espacios públicos y más de 20.000 en jardines privados. Sin embargo, sus estudios proyectaban que al 2022, el 23% de estos estaría en las etapas finales de vida útil y que para el 2032 dicha cifra llegaría al 39% (City of Melbourne, 2012).

La estrategia estableció un presupuesto inicial de US\$ 30.000.000, y las metas de incrementar las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, mitigar las islas de calor en radios urbanos al reducir la temperatura, crear ecosistemas más sanos y resilientes, enfocarse en la salud y bienestar de los ciudadanos, avanzar a una sociedad sensible a los recursos hídricos e involucrar y sensibilizar a la comunidad.

Para lograr dichos objetivos se incrementará la cobertura de copas arbóreas de la ciudad del 22% al 40% al

2040, estableciendo límites prodiversidad de la matriz de arbolado, esto es, no más de un 5% de la misma especie, no más del 10% del mismo género y no más del 20% de la misma familia, y se implementan estrategias de mejoramiento del suelo y de las condiciones fitosanitarias de las especies (meta: un 90% de su población sana al 2040). Todo ello, en constante comunión e interacción con la comunidad.

Esta estrategia no fue tratada como una iniciativa aislada. Por el contrario, se enmarca y comunica con otros planes y estrategias a nivel país, local y/o sectorial tales como el Plan Comunitario del Melbourne Futuro (Future Melbourne Community Plan), la Estrategia de Espacios Abiertos (Open Space Strategy), la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático (Climate Change Adaptation Strategy) y el Plan de Enverdecimiento y Sustentabilidad (Growing Green Environmental Sustainability Plan), el Plan de Biodiversidad y Ecología Urbana, en colaboración con el Centro de Investigación Ecológica de la Universidad de Melbourne (ARCUE), entre otros.

Sus estrategias específicas incluyen:

- Levantamiento de información sobre la expectativa de vida útil de los árboles de la ciudad
- Establecer un plan de forestación urbana de largo plazo, considerando que un árbol demora 20 años en producir una sombra que incida de forma relevante en las islas de calor
- El monitoreo individual por los primeros dos años de cada nuevo árbol plantado, publicando los resultados de forma abierta
- La implementación de un plan a cinco años para remover árboles senescentes y/o muertos, estableciendo su reemplazo
- Diseñar e implementar espacios públicos que entreguen temperatura confortable y beneficios de salud a la comunidad
- Implementar un plan periódico de monitoreo y medición de las condiciones de suelo en una estrategia de “cero suelos desnudos” (por ejemplo: aplicación periódica de mulch orgánico)
- Diseñar áreas verdes que permitan a los usuarios reconectar con la naturaleza, que reflejen la cultura y generen tranquilidad y descanso
- Testeos tomográficos para determinar su estado fitosanitario y planes de remediación

- Cambio en las prácticas de riego en pos de más y mejor profundidad de infiltración
- Modificación de topografías para generar zonas de infiltración de agua

El resultado de su implementación ha significado una serie de cambios regulatorios y normativos, entre ellos, nuevos planes de participación comunitaria, modificaciones a planes reguladores, la creación de registros de árboles de alto valor patrimonial y una nueva Estrategia de Ecología y Biodiversidad. Todos estos insumos generan una red interconectada de acciones y planes encaminados a un mismo objetivo: ciudades más verdes y resilientes, y usuarios gozando de más y mayores beneficios.

La estrategia fue galardonada como el proyecto de infraestructura verde más importante del continente en 2015.

En orden a cuantificar y confirmar el índice de cumplimiento de las metas y estrategias en el corto, mediano y largo plazo, se desarrollan una serie de investigaciones periódicas respecto a los indicadores seleccionados. Para ello, se ha descansado fuertemente en nuevas herramientas tecnológicas de medición, tales como ArcGIS para el mapeo y georreferenciación de sus árboles y la proyección de sombras; fotografías aéreas de alta resolución para determinar la heterogeneidad, salud y secuestro de carbono de sus especies; imágenes termales para identificar zonas de mayores o menores temperaturas, como las islas de calor; I-Tree Eco para cuantificar monetariamente los beneficios asociados al arbolado; y la instalación de múltiples estaciones meteorológicas para monitorear los niveles de confort de temperatura en distintos puntos de la ciudad.

La Estrategia de Forestación Urbana de Melbourne es un proyecto que abarca todas las dimensiones de la sostenibilidad urbana y establece una estrategia de acción para obtener beneficios concretos, medibles y perdurables en el tiempo, considerando todos los desafíos que implica la introducción de vegetación en un ambiente tan hostil para esta como es la ciudad.

3.2. Las supermanzanas de Barcelona

En 2020, el Ayuntamiento de Barcelona, España, en conjunto con el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y el Fondo Nueva Generación de la Comunidad Europea, proyectaron una de las mayores intervenciones en infraestructura verde del último tiem-

po en el epicentro de la ciudad: las llamadas Supermanzanas de Barcelona en el barrio de Eixample.

De acuerdo con sus estudios, el Distrito de Eixample (Ensanche), uno de los barrios más ocupados y concurridos de la ciudad era a la vez “uno con una mayor escasez de espacios verdes” y que “sufre una presión más elevada del tráfico rodado, con más contaminación y más ruido, con todo lo que esto implica para la salud de la ciudadanía” (Ayuntamiento de Barcelona, 2020, s/n).

Luego de pequeñas, pero exitosas intervenciones piloto en los barrios de Poblenou, Horta o Sant Antoni, el siguiente paso era uno ambicioso: intervenir las calles y avenidas del epicentro de una gran ciudad ya urbanizada, con suelos sellados y un arbolado en distinto estado de desarrollo y conservación, para que “las calles puedan ser lugares de encuentro y recreo, más seguros y con menos contaminación” (Ministerio de Transporte Movilidad y Agenda Urbana de España, 2022, s/n). El plan maestro proyectó la creación de 21 nuevos ejes verdes a lo largo de toda la ciudad, pasando de ser calles y avenidas de tránsito vehicular prioritario a avenidas con prioridad de tránsito peatonal y alto valor medio ambiental. En total estos corredores verdes interconectados suman más de 33 kilómetros de longitud y entregan 33 nuevas hectáreas de infraestructura verde a la ciudad. Con ello, el ayuntamiento busca que cada ciudadano en el barrio pueda arribar de una plaza o un eje verde caminando no más de 200 metros de distancia en cualquier dirección (Ayuntamiento de Barcelona, 2020).

Los ejes verdes tendrán un nuevo diseño y uso. Se eliminan las divisiones entre calzada y acera (generando una superficie única) y el asfalto es reemplazado por materiales permeables, granito y losetas de hormigón que favorezcan el crecimiento del verde, de los árboles y la gestión del ciclo del agua. La cobertura vegetal pasará de un 1% a un 14% de los ejes intervenidos, plantando casi 500 nuevos árboles y disponiendo más de mil nuevos elementos de mobiliarios (asientos, juegos, mesas) (Ayuntamiento de Barcelona, 2020). ¿Pueden los vehículos transitar por los ejes? Sí, pero como “agentes invitados” sólo podrán hacerlo hasta 10 km por hora.

Una de las particularidades más destacables es poner a la sostenibilidad, en toda su extensión, al centro de la iniciativa. Metas de desarrollo comunitario, servicios ecosistémicos, urbanismo e incluso variables socioeconómicas son pilares base dispuestos por las autoridades para diseñar y medir el éxito del proyecto. Por ejemplo,

los proyectos piloto entregaron tanto datos socioeconómicos como de contaminación ambiental, concluyendo que la pacificación de las calles favorece el paseo de la ciudadanía y las compras en los comercios de proximidad. En 2018, año de inauguración del Mercado y la Supermanzana de Sant Antoni, la afluencia de visitantes a la zona de Sant Antoni Comerç se incrementó un 16%, llegando a los 64.000.000 visitantes/año. Se redujeron en un 33% las emisiones de NO₂ y entre cuatro y seis decibeles de ruido según el momento del día (Ayuntamiento de Barcelona, 2020). Asimismo, se establecieron parámetros y controles a la especulación inmobiliaria, gentrificación y desplazamiento de comunidades, fomentando la igualdad, el equilibrio y evitando diferencias que provoquen tensiones en el mercado inmobiliario (Ayuntamiento de Barcelona, 2020).

Debido a su éxito, el programa se encuentra actualmente incluido dentro del objetivo estratégico número 5 del Catálogo de Buenas Prácticas Urbanas en el marco de la Agenda Urbana Española; catálogo que es parte del cumplimiento de España de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (Universidad de Navarra y Ministerio de Transporte, 2022).

3.3. Corredores biológicos de Medellín, Colombia

En 2017, la Administración Municipal de Medellín, la segunda ciudad más grande de Colombia, inició un ambicioso proyecto de infraestructura verde en la ciudad llamado Un Medellín Verde para Vos, buscando, entre otros, disminuir los altos niveles de contaminación y material particulado en suspensión (PM2.5 y PM10), la alta sensación térmica ambiental y la pérdida de biodiversidad (Alcaldía de Medellín, 2017).

Para ello, se dispuso la creación de 30 corredores verdes, que generasen una red interconectada de vegetación y sombra de más de 20 kilómetros de extensión por toda la ciudad. Dentro de estos corredores, 18 serían dispuestos en avenidas y calles principales de la ciudad y 12 en quebradas fluviales colindantes al radio urbano. Estos corredores, asimismo, integrarían y se conectarían con los cerros Nutibara, Volador y Asomadera, y el eje ambiental del Río Medellín.

En el año 2019, se habían intervenido 65 hectáreas de cerros y quebradas, y 6,2 hectáreas en vías de tránsito urbanas, estimándose la plantación de más de 880.000 árboles y 2,5 millones de plantas de menor tamaño. Los indicadores medioambientales concluían que el progra-

ma, entre los años 2016 y 2019, había logrado disminuir la temperatura media de la ciudad de 31,6 °C a 27,1 °C, y que la temperatura media a nivel de superficie descendió de 40,5 °C a 30,2 °C. Para el mismo periodo, el nivel de material particulado en suspensión PM 2.5 se redujo en 1,55 µg/m³ (de 21,81 µg/m³ a 20,26 µg/m³), y la tasa de morbilidad de infecciones respiratorias agudas descendió de 159,8 a 95,3 (por 1.000 personas). Se estimó que el transporte en bicicleta aumentó en un 34,6% y el tránsito peatonal en un 4% (Sustainable Energy for All, 2021).

De esta intervención, se estimó que la plantación de árboles y especies vegetales en Avenida Oriental, que reemplazaba un área de 2,3 kilómetros de cemento, logró reducir en tres años la temperatura promedio en 3,5 °C (de 31,6 °C a 28,1 °C), aportando 12.614 kilogramos de oxígeno y secuestrando 160.787 kilogramos de CO₂ por año (Empresa de Desarrollo Urbano, 2019). La reducción de temperatura ambiental o de superficie conlleva un coimpacto positivo en una menor necesidad del uso de sistemas de enfriamiento, por ejemplo, en aire acondicionado, reduciendo consecuentemente la emisión de gases de efecto invernadero resultado de la combustión de combustibles fósiles para su operación (Sailor, 2003).

De acuerdo con datos entregados por la Administración Municipal de Medellín, este proyecto también generó empleo. Un total de 107 personas de escasos recursos fueron capacitadas en mantención de dichas áreas verdes, y 2.600 personas fueron empleadas en el curso de aprendizaje por el Jardín Botánico de Medellín (Sustainable Energy for All, 2021).

Este proyecto se enmarcó en un plan nacional y regional de políticas medioambientales, entre las que encontramos la creación de la Escuela de Ecología Urbana, el Plan Siembra del sector de Aburrá con más de un millón de árboles plantados, y un plan de inversión en electro-movilidad iniciado en 2015.

En el año 2019 obtuvo el premio Ashden en la categoría Enfriamiento para la Gente (por su nombre en inglés Cooling for people) (Ashden, 2019) y el C40 Bloomberg Philanthropies, en la categoría El futuro resiliente que deseamos, ambos destacando ciudades que demostrasen liderazgo a nivel mundial en la lucha contra el cambio climático.

4. Análisis de “áreas verdes sustentables” implementadas en la Región Metropolitana

4.1. Fraccionamiento

Santiago es una ciudad que ha crecido hacia todos los puntos cardinales. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE), la superficie urbana de la ciudad de Santiago aumentó aproximadamente 50 kilómetros cuadrados entre los años 1980 a 2017. Dicha expansión ha generado varios efectos e impactos, siendo uno de los más relevantes la circunscripción de la vegetación a pequeños espacios, o bien su desplazamiento a la periferia. Así, la porción del territorio que está siendo ocupada por especies vegetales ha experimentado una considerable disminución en los últimos 30 años (Hernández Palma y Gutiérrez León, 2010). A su vez, la normativa urbana vigente pareciera favorecer esta proliferación de áreas verdes a pequeña escala por sobre amplios espacios naturales, al no definir o establecer un tamaño mínimo, sino únicamente la obligación del desarrollador de destinar un porcentaje del terreno que se urbaniza a este uso. Esto ha conllevado que el 91% de las áreas verdes presenten una superficie menor a 5.000 m² y sólo el 3% lo tiene sobre una hectárea (Reyes Päcké y Figueroa Aldunce, 2010).

En consecuencia, las áreas verdes urbanas de la capital se han abordado y trabajado desde una perspectiva micro, es decir, desde un único espacio sin pertenencia a estrategias medioambientales de mayor escala, ni tampoco sumarse esas experiencias micro entre sí (Valenzuela et al, 2020). Dicha práctica obvia y no integra las áreas verdes urbanas a la totalidad del sistema de infraestructura verde urbana, implementando soluciones en pequeños fragmentos. Con ello, atributos importantes como la sostenibilidad se han asignado a una plaza, al bandejón central de una calle o incluso a un antejardín.

El abordar espacios segregados o reducidos ha producido que el concepto de sostenibilidad se restrinja, ya que no es posible implementarlo en toda su dimensión (esto es, ambiental, social y económica). Sin embargo, adoptar una estrategia a nivel nacional, regional o de ciudad, como los tres ejemplos internacionales estudiados, resulta difícil, toda vez que la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades asigna a los gobiernos locales la construcción, conservación y administración de las áreas verdes de la comuna, a excepción de ciertos parques urbanos que están bajo la administración del Ministerio de

Vivienda y Urbanismo (Vargas y Balmaceda, 2011). A su vez, las municipalidades ejercen dicha función a través de sus departamentos de aseo y ornato, donde la asignación de presupuestos depende de los recursos de cada municipio. De esta manera, las comunas que se encuentren en un nivel socioeconómico alto disponen y asignan un mayor presupuesto para la construcción y manejo de áreas verdes y arbolado público que aquellas de nivel socioeconómico medio y bajo (Reyes et al, 2014).

Por lo anterior, las áreas verdes se construyen en la práctica según las capacidades endógenas, autonomía territorial y disponibilidad de recursos de cada municipalidad (Orellana, 2009), determinando las mayores o menores posibilidades que tienen estos organismos para resolver las crecientes demandas de su población, los constreñimientos del cambio climático y los nuevos desafíos que impone un desarrollo urbano sostenible. Desde una mirada a nivel nacional, elementos de sostenibilidad tales como integración social, justicia climática y desarrollo económico, se ven repetidas veces mermados con base en esta realidad fragmentada, y la general falta de una estrategia a nivel nacional o regional.

4.2. Los parámetros de sostenibilidad utilizados en las áreas verdes

La extensa y profunda sequía que experimenta la zona centro sur del país ha llevado a cuestionar los modelos de áreas verdes priorizando alternativas que permitan disminuir el aporte y consumo de agua. Las comunas con mayor poder adquisitivo han destinado, en los últimos años, una gran cantidad de recursos a remodelar plazas, bandejones centrales, jardines y parques, promoviendo un tipo de paisajismo que clasifican y promueven como sustentable. Sin embargo, la estrategia y acciones propuestas han sido principalmente dos: el retiro del césped y la utilización de una diversa paleta de especies vegetales. Entonces, cabe preguntarse, ¿estas acciones logran una mayor sustentabilidad de las áreas verdes? ¿son acciones que benefician al medio ambiente urbano? ¿incorporan el concepto de sostenibilidad en toda su extensión?

Retiro del césped

La Municipalidad de Las Condes lanzó el proyecto Menos agua, más conciencia, en el cual se promueve reemplazar el pasto por jardines sustentables, definidos como “lugares con especies vegetales de bajo requerimiento hídrico”³. Bajo este concepto, se realizó en la comuna la

3 Reportaje “Municipio de Las Condes lanza campaña que limita horarios de riego de jardines: vecinos se exponen a multas de hasta 5 UTM”, publicado en Emol el 10 de diciembre de 2021.

remodelación del Parque Vespucio, ubicado en el bandejón central de la Avenida Américo Vespucio, entre el Puente Centenario y la Avenida Francisco Bilbao, una intervención catalogada como paisajismo sustentable debido a que se reemplazó el 60% de pasto, se utilizaron especies de bajo consumo hídrico y se introdujeron mil nuevos árboles⁴, aunque junto con ello también se estableció una gran cantidad de terreno cubierto por maicillo. Otra de las intervenciones más visibles de la comuna fue la remodelación de la circunferencia central de la Rotonda Atenas, en donde se eliminó todo el pasto para reemplazarlo por un suelo cubierto de gravilla con 69 olivos y lavandas, estimando el ahorro de 500.000 litros de agua al mes⁵.

En la Municipalidad de Lo Barnechea se ha seguido el mismo modelo. Existe un proyecto que busca progresivamente ir eliminando el pasto no recreacional en 47 bandejonos y rotondas de la comuna (estimando una superficie a intervenir de 79.000 m²), para reemplazarlo por especies de bajo consumo hídrico, maicillo, gravilla, chip vegetal u otros materiales (Municipalidad de Lo Barnechea, 2023).

La eliminación del pasto en estas intervenciones se presenta como una medida sustentable, por el ahorro que significa en agua de riego. Sin embargo, se considera que el reemplazo del pasto por un suelo desprovisto de vegetación, como es el caso del suelo con gravilla de la Rotonda Atenas, la gran cubierta de maicillo del Parque Vespucio o de los bandejonos y rotondas de Lo Barnechea, significa entre otros factores perder una importante fuente de absorción de carbono, el posible aumento de la temperatura del ambiente y la pérdida de relevantes espacios de uso recreacional para los vecinos colindantes.

Existen varios estudios que avalan estos efectos. Por ejemplo, en la zona central de Chile se realizó en el año 2017 una investigación que concluyó que los suelos con césped son capaces de absorber una mayor concentración de carbono que los suelos desnudos, y en el caso de climas mediterráneos, como el de la zona central, este potencial aumenta en el tiempo (Acuña, Pastenes y Villalobos G., 2017).

Otros estudios se hicieron en el estado de California, Estados Unidos, donde se sufre hace décadas de una prolongada y profunda sequía. En ese lugar se implementó en el año 2014 una iniciativa de reemplazo de césped llamada The California Turf Replacement Initiative (La Iniciativa de Reemplazo de Césped de California). El objetivo fue reemplazar más de 50.000.000 m² de césped por especies denominadas como tolerantes a la sequía o de bajo consumo de agua, ofreciendo a cambio incentivos económicos para sus propietarios. Cientos de hogares optaron por reemplazar áreas de césped por alternativas como la xerojardinería⁶ o el césped sintético. En el año 2018, académicos de la Universidad de Florida y California Riverside evaluaron la medida y concluyeron que dicho reemplazo impactó en un drástico incremento de temperaturas en algunas localidades (Schiavon, Baird y Scudiero, 2020). En el estado de Arizona, Estados Unidos, ya se había demostrado que las superficies cubiertas con vegetación son capaces de reducir hasta 25 °C de temperatura en comparación a zonas con suelo desnudo o con materiales inorgánicos, como gravilla o maicillo (Jenerette et al, 2011), por lo tanto, los resultados de la iniciativa de California eran esperables.

En consecuencia, la remoción o reemplazo del césped natural por cubiertas no orgánicas no se puede considerar una práctica sostenible simplemente porque se reduce el consumo de agua, hay que evaluar también las repercusiones ambientales y sociales de la medida.

En términos ambientales se pierde una de las principales funciones ecológicas de la vegetación urbana: reducir la temperatura. Si esta práctica se expandiera por toda la ciudad se podría exacerbar considerablemente el calor acentuando aún más la sequía y los efectos del cambio climático.

En el ámbito social cabe preguntarse ¿cuál fue el aporte de estas intervenciones a la población? En algunos de los lugares intervenidos en donde se eliminó el césped, como en el Parque Vespucio y en la Rotonda Atenas, se perdió su potencial recreativo, ya que la aridez del nuevo paisaje no permite que las personas puedan ocupar el espacio para la recreación y el ocio. A modo de ejemplo, en el Parque Vespucio se instaló una zona de juegos de

4 Reportaje "Paisajismo sustentable, 400 luminarias bajo consumo y tres kilómetros de ciclovías: Hoy se inaugura el Parque Vespucio", publicado en Emol el 29 de septiembre de 2022.

5 Reportaje "Santiago sin agua: el antes y el ahora de las áreas verdes tras las medidas locales de racionamiento", publicado en La Tercera el 23 de marzo de 2022.

6 La xerojardinería es un tipo de paisajismo que requiere una muy baja dotación de agua porque utiliza pocas especies vegetales, preferentemente de zonas áridas, plantadas sobre sustratos inorgánicos como piedras, arena o maicillo.

niños que queda en una zona árida y expuesta al sol, lo que hace que sea muy difícil de habitar en los calurosos días de verano.

A nivel económico, las iniciativas han sido muy costosas, no hay información que avale que la reducción del consumo del agua justifica la inversión. Aún cuando así fuese, también es importante evaluar la rentabilidad social y ambiental que significan estas medidas, porque se podría estar invirtiendo en proyectos que disminuyen los beneficios que estos espacios son capaces de entregar.

Ahora bien, la sequía nos impone el desafío de reducir el consumo de agua. Es una realidad que no puede desatenderse, pero se deben buscar alternativas eficientes y evaluar sus efectos en todos los ámbitos de la sostenibilidad. Por ejemplo, existen modelos de praderas naturales⁷ que tienen un muy bajo consumo de agua y son capaces de reducir la temperatura. Las praderas naturales densas y con especies altas ayudan a mitigar el efecto de isla de calor, gracias a que son eficientes interceptando los rayos solares que se reflejan en edificios y superficies, produciendo una reducción de temperatura aún mayor de la que es capaz de producir un césped tradicional (Shashua-Bar, Pearlmutter y Erell, 2009). También se pueden establecer bosques urbanos con especies de bajo requerimiento hídrico, que aportan amplias copas que permitan a la población habitar los espacios bajo el resguardo de la sombra. Así se cumple una función social, ambiental y económica, porque se ha comprobado que los espacios sobre una hectárea que están cubiertos por árboles son capaces de reducir 4,5 °C de temperatura, extendiendo su efecto hasta una distancia de 90 metros (Gallay et al, 2023).

En consecuencia, hay varias alternativas para reducir el consumo de agua en las áreas verdes, pero se debe optar por aquellas que abarquen todos los ámbitos de la sostenibilidad y que, por ningún motivo, empeoren las condiciones existentes en la ciudad.

Utilización de una diversa paleta de especies vegetales

En la Municipalidad de Providencia se desarrolla desde el año 2019 la iniciativa Veredones Sustentables. El

proyecto busca desarrollar un modelo de áreas verdes sustentable, definiéndolas como espacios capaces de reducir el consumo de agua. Utilizan especies de bajo requerimiento hídrico, generando lugares de alto valor estético y funcional, que permiten la recolección e infiltración del agua lluvia y que, considerando las condiciones propias del lugar, demanden el menor mantenimiento posible (Vega, 2022). La alcaldesa Evelyn Matthei explicó que la iniciativa consiste en reemplazar el pasto que está en el frontis de las casas y edificios por especies de menor requerimiento hídrico, enfatizando que con esta intervención se espera reducir un 78% del consumo de agua de riego⁸.

En la misma comuna se impulsó también la remodelación paisajística de la Plaza Baquedano, ubicada en el límite con la comuna de Santiago, la que fue catalogada como una intervención que va de la mano de los jardines sustentables de la comuna^{9 10}. Dicha remodelación reincorporó 968 m² de pasto, utilizando riego automático e incorporando los llamados jardines sustentables, correspondiendo estos últimos a macizos herbáceos con una diversidad de plantas de bajo requerimiento hídrico¹¹.

Para implementar los nuevos veredones sustentables se propuso la excavación de al menos 40 centímetros del suelo existente, reemplazándolo por una capa de grava de 10 centímetros en la superficie y un sustrato drenante de 40 centímetros (40% de piedras, 40% de arena y 20% de compost). Se plantaron especies herbáceas de bajos requerimientos hídricos con atractiva floración (Municipalidad de Providencia, 2019). El proyecto se inició con un piloto en Av. Pocuro (90 m²) y en la calle Román Díaz (60 m²). Posteriormente, en el año 2020, se implementó en la calle Jorge Matte (192 m²) y, entre los años 2021 y 2022, se hizo una nueva intervención en el bandejón central de Av. Pocuro que esta vez abarcó una mayor superficie (5.871 m²) (Vega, 2022).

En la comuna de Vitacura se impulsó, en el año 2021, la campaña Saca tu pasto, en la cual se invitaba a los vecinos a eliminar las especies vegetales de alto consumo, reemplazándolas por especies nativas de bajo requerimiento hídrico. El área para intervenir sería

7 Las praderas naturales (conocidas en inglés como *meadows*) corresponden a praderas de pastos rústicos que requieren muy baja mantención. Se les permite crecer sin necesidad de cortes continuos y se componen de variedades que consumen una menor cantidad de agua comparado con el césped tradicional.

8 Reportaje “¿Jardines secos, sustentables o xerojardines? Cómo la jardinería se adapta a la crisis hídrica”, publicado en la Tercera el 6 de febrero de 2020.

9 Reportaje “Municipalidad de Providencia comienza instalación de pasto en rotonda de Plaza Baquedano”, publicado en El Mostrador el 22 de diciembre de 2022.

10 Reportaje “Con pasto y jardines sustentables: inicia millonaria remodelación de Plaza Baquedano”, publicado en Biobío Chile el 3 de noviembre de 2022.

11 Reportaje “Con pasto y jardines sustentables: inicia millonaria remodelación de Plaza Baquedano”, publicado en Biobío Chile el 3 de noviembre de 2022.

“el espacio verde existente entre la reja de la casa y la vereda” (Municipalidad de Vitacura, 2021). En esta iniciativa se reconoce como característica de sostenibilidad la reducción del consumo hídrico y la biodiversidad de especies, un atributo que se debe trabajar para lograr mejores resultados¹². La municipalidad se asesoró con el Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES UC) y el Jardín Botánico Chagual, con quienes lanzaron recientemente la Certificación de jardines por la biodiversidad. El proyecto, según Sofía Herrera, coordinadora de vinculación estratégica de CAPES UC, busca certificar jardines, patios y balcones que utilicen flora nativa de bajo requerimiento hídrico, promoviendo espacios de hábitat, refugio y alimentación para fauna nativa (aves y polinizadores), así como también cuidar la tenencia responsable de mascotas, la incorporación de huertos, el compostaje y la utilización de biofertilizantes y plaguicidas orgánicos (Aros, 2023).

Otro proyecto de la Municipalidad de Vitacura, enmarcado en su estrategia de sostenibilidad, se realizó en el año 2022 en el bandejón central sobre la Avenida Manquehue Norte, entre la Rotonda Irene Frei y la intersección con Avenida Kennedy. La iniciativa es muy parecida a lo realizado en Providencia: se retiró el césped, se eliminaron 26 árboles existentes y se excavaron los primeros 40 cm de profundidad del suelo, para reemplazarlo por un sustrato que contiene alto contenido de gravilla y arena. Luego se plantaron cerca de 4.000 arbustos, herbáceas y geófitas de bajo consumo hídrico y 130 nuevos árboles, buscando convertirse en un futuro corredor biológico, que además de albergar biodiversidad, conecta espacios verdes de la comuna y atrae fauna (Municipalidad de Vitacura, 2022). Un medio local cubriendo la noticia lo denominó “una autopista de especies polinizadoras”¹³. El área intervenida tiene una extensión aproximada de 750 metros lineales, un ancho promedio entre 1,2 a 1,5 metros (del cual 32 cm son solera tipo hormigón y 20 centímetros un adoquín de piedra), y tres pistas pavimentadas de circulación vehicular en cada costado.

A principios del año 2023, el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) junto a la Municipalidad de Providencia publicaron un estudio realizado a partir de un monitoreo de insectos polinizadores presentes en las bandas florales de las avenidas Pocuro, Román Díaz, Jorge Matte

y Pedro de Valdivia, durante los meses de noviembre de 2022 a enero de 2023. Las bandas florales de Pocuro, Román Díaz y Jorge Matte están compuestas mayoritariamente por especies vegetales introducidas (de origen sudafricano), con excepción de *Eryngium paniculatum* sobre Avenida Pocuro, a diferencia de la intervención realizada sobre Avenida Pedro de Valdivia, compuesta en su totalidad por especies vegetales nativas.

El estudio buscó cuantificar el impacto de las especies vegetales seleccionadas, evaluando su origen (nativo o introducido), época de floración, producción de néctar y polen, y altura, para la mantención de poblaciones de polinizadores, ya que no existían previamente investigaciones que permitieran acreditar su real efectividad (Instituto de Ecología y Biodiversidad y Municipalidad de Providencia, 2023). Durante los tres meses de muestreo, se registraron 375 interacciones entre 61 especies de insectos y las 46 especies vegetales que presentaban floración. Del total, la banda floral de Avenida Pocuro lideró la mayor cantidad de interacciones (con un notorio aumento en la visita por especies de mariposas), seguido por Pedro de Valdivia, Jorge Matte y, finalmente, Román Díaz. Sin embargo, la diferencia en favor de Avenida Pocuro se explicaría por una mayor presencia de *Apis mellifera* y *Bombus terrestris* (ambas especies de abejas introducidas) y la visita de algunas especies de coleópteros (escarabajos), los que fueron casi ausentes en las otras bandas florales. En la banda de especies nativas de Avenida Pedro de Valdivia, se identificó la presencia de *Acamptopoeum submetallicum*, *Allosirtetica gayi* y *Diadasia chilensis*, todos insectos nativos, ausentes en las otras bandas florales (Instituto de Ecología y Biodiversidad y Municipalidad de Providencia, 2023).

El estudio concluye que, a mayor número y diversidad de plantas con flor, independiente de su origen, aumenta la diversidad de insectos polinizadores y sus visitas en la ciudad. Las bandas conformadas únicamente por flora nativa mantienen igual número de interacciones que una conformada por especies introducidas, pero suman insectos nativos ausentes en las otras conformaciones. Por lo anterior, la recomendación final del estudio es construir bandas florales mixtas, con especies nativas e introducidas, para otorgar alimento a los insectos que históricamente han evolucionado con ellas (Instituto de Ecología y Biodiversidad y Municipalidad de Providencia, 2023).

12 Reportaje “Comunas del sector oriente de Santiago se adaptan a riesgo real de racionamiento de agua”, publicado en Emol el 13 de febrero de 2022.

13 Reportaje “Una autopista de especies polinizadoras: Vitacura alista su primer corredor biológico”, publicado en El Mercurio el 30 de junio de 2022.

En los proyectos mencionados, el término sostenibilidad no se restringe solo a la reducción en el consumo de agua, se otorga también importancia a la biodiversidad de especies vegetales. Sin embargo, algunas veces estas intervenciones pasan a asociarse con la terminología de corredor biológico, aun cuando no cumplan las características propias de estos espacios.

Un corredor biológico es una franja de tierra o agua que se utiliza para conectar hábitats naturales fragmentados o separados por actividades humanas, como la agricultura, la urbanización o la construcción de carreteras (Forman, 2016). Los corredores biológicos permiten a los animales y las plantas moverse y dispersarse entre hábitats, con el fin de encontrar alimento, agua, parejas reproductoras y nuevos lugares para establecerse, convirtiéndose sin duda en un elemento importante para un sistema de áreas verdes sostenibles. Lamentablemente, los bandejones de las avenidas Pocuro y Manquehue no conectan ambientes naturales ni tienen las dimensiones para que las especies animales y vegetales puedan circular libremente, es más, sus extremos deslindan con calles de tránsito vehicular. Por otra parte, el asfalto, pavimento y concreto de las pistas de circulación vehicular absorben y liberan altas temperaturas, sumado a que el permanente tránsito vehicular deviene en un alto grado de exposición directa a emisiones de contaminantes, generando un ambiente que puede ser hostil e inhóspito para algunas especies.

Para conseguir una repercusión ecológica como la que entregan los corredores biológicos, se deben utilizar algunas especies nativas claves del lugar, buscar la conectividad entre el entorno natural y los parches verdes urbanos, es decir, conectar la mayor cantidad de plazas, jardines y parques que atraviesen la ciudad, privilegiando superficies de terreno amplias que permitan el desarrollo y circulación de muchas especies de insectos y animales.

Las intervenciones de Providencia y Vitacura van en la línea de la sostenibilidad al utilizar bandas florales, que reducen el consumo hídrico y cumplen con la función de atraer a polinizadores, pero no son corredores biológicos. Nuevamente cabe cuestionarse ¿son estas acciones suficientes para que el área verde sea considerada sostenible? ¿Se evaluaron todos los efectos, impactos y coimpactos que produce este tipo de paisajismo?

En dicho sentido, la metodología del programa Certificación de jardines por la biodiversidad de la Municipalidad de Vitacura, CAPES UC y el Jardín Botánico Chagual

busca establecer al menos seis objetivos principales de un área verde sostenible, ampliando expresamente el espectro de acción al uso de pesticidas y agroquímicos, el incentivo de la salud del suelo, la promoción de flora y fauna nativa, la incorporación de prácticas de agroecología, además del cuidado del recurso hídrico. El programa también tiene como objetivo fomentar estas prácticas, ya que están respaldadas por evidencia científica, proporcionando fuentes y referencias para que los ciudadanos puedan acceder a ellas.

Por ejemplo, sería interesante estudiar el efecto de los sustratos que se están utilizando. Estos no corresponden a la formación de suelo natural de la zona, por lo tanto, pueden ser un impedimento para la circulación de algunos organismos o microorganismos. Además, no se sabe si contribuyen a la captura de carbono y a la reducción de temperatura, lo que es muy importante de estudiar ya que, nuevamente, se podría estar incurriendo en una práctica que reduce esta capacidad. También cabe preguntarse ¿qué ocurre con el suelo que se elimina cuando se establecen estas nuevas áreas verdes? ¿Se puede considerar una práctica sostenible el sacar 40 cm de suelo y llevarlo a un lugar apartado? En términos económicos y también pensando en la huella de carbono, es importante poner atención a los residuos y buscar alternativas sostenibles para ellos.

Otro aspecto que llama la atención es que la importancia de reducir la temperatura no se declara como un objetivo primordial. Considerando que el término de sostenibilidad tiene su origen en el cambio climático que enfrenta el planeta, ¿puede no considerarse este factor como clave en el desarrollo de un área verde sostenible? Como se mencionó en la sección 2, los árboles son las especies vegetales que tienen la mayor habilidad para reducir la temperatura (Nowak, Crane y Stevens, 2006). En el caso de la Av. Pocuro, no se consideraron los árboles como elementos centrales de la intervención, sino que se privilegió el uso de las especies herbáceas, por lo tanto, se pierde la posibilidad de conseguir una mayor reducción de temperatura.

En términos sociales, los proyectos señalados son beneficiosos para la población por la belleza que produce este tipo de paisaje. Observar los múltiples colores de la vegetación permite experimentar sentimientos de felicidad y calma (Lohr, 2007) y el contacto con estos ambientes ayuda a prevenir y mitigar el estrés (Kaplan, 1995). Sin embargo, la falta de sombra en estos lugares impide que la gente pueda disfrutarlos cuando la temperatura

ambiente es elevada. En el caso de Avenida Pocuro, es difícil estar o caminar por el bandejón en pleno verano, lo que hace más evidente la necesidad de incorporar un sistema de cobertura arbórea en estas intervenciones.

5. Conclusiones y recomendaciones

En un planeta marcado por el avance e impactos del cambio climático, buscar un desarrollo sostenible se vislumbra como una tarea muchas veces titánica, pero ya ineludible. ¿La buena noticia? Hay evidencia de que es alcanzable. ¿La mala? El camino es arduo y existen múltiples obstáculos por vencer.

En Chile se están trabajando varias acciones que se enmarcan en un plan de desarrollo sostenible, en donde las áreas verdes urbanas han tomado un rol destacado. Sin embargo, el modelo de cómo alcanzar dicha meta en estos espacios no está claro. Las nuevas áreas verdes de Santiago declaran buscar la sostenibilidad y, para ello, diseñan estrategias que reducen el consumo de agua, disminuyen los costos de mantención y utilizan diversas especies vegetales, pero la pregunta que origina la reflexión de este documento es: ¿es suficiente cumplir con esas tres características para que un área verde sea considerada sostenible?

Al analizar los tres parámetros de la sostenibilidad urbana (ambiental, social y económico), pudimos concluir que un área verde sostenible debiera ser un espacio multifuncional e interconectado a otras áreas verdes al interior y exterior de la ciudad. Además, sus elementos o funciones deben generar, incentivar o preservar beneficios ambientales y prevenir o mitigar efectos negativos del medio ambiente urbano. Entre sus objetivos destacan la reducción de temperatura, la captación de contaminantes, la disponibilidad de alimento, refugio y vías de circulación para la fauna local, y el uso sociocultural, tal como el descanso, la recreación, la vinculación social y el contacto con la vegetación, considerando siempre el uso eficiente de los recursos y su disponibilidad presente y futura.

Con el estudio de algunos modelos internacionales de áreas verdes sostenibles, pudimos constatar que todas las intervenciones estaban alojadas dentro de un sistema de infraestructura verde, buscando alcanzar metas reales que tuvieran una repercusión a nivel de ciudad y que beneficiaran a un gran porcentaje de la población. Cada proyecto se basaba en un diagnóstico exhaustivo de la zona a intervenir y las estrategias que se utilizaron buscaron cubrir la mayor cantidad de beneficios posibles, con-

siderando como pilar fundamental el aporte medioambiental, económico y social que estos entregan. Los costos asociados a cada acción fueron cuantiosos. Sin embargo, se realizaron evaluaciones y mediciones periódicas que pudieron avalar los recursos utilizados y comprobar la rentabilidad de los proyectos. Cabe mencionar también el gran aporte científico y el conocimiento que entregó cada intervención, lo que permite seguir proyectando nuevas áreas verdes con estrategias efectivas y eficientes.

En los proyectos analizados en Santiago, nos enfrentamos en su mayoría a acciones de baja escala y trabajados de forma aislada. En ellos, se les atribuyó características de sostenibilidad a pequeños tramos urbanos, sin tener un plan de infraestructura verde que otorgara los lineamientos de las acciones que se debían efectuar. Los beneficios que se perseguían estaban muy centrados en la reducción de los costos de mantención, particularmente el aporte de agua para riego, debido a que la actual sequía fue el motor que impulsó el cambio. El apremio por disminuir el consumo de agua llevó a olvidar otros beneficios que un área verde puede otorgar, por lo cual no se trabajaron estrategias y modelos que los buscaran. Por ejemplo, en términos ambientales no se estableció un plan de reducción de temperatura, y en términos sociales, se limitaron sólo a la posibilidad de que las personas admiraran las nuevas intervenciones, pero no se trabajó el uso y goce del espacio.

Para los futuros proyectos de áreas verdes sostenibles en Chile, se deberían considerar aquellos aprendizajes que podemos obtener de sistemas de infraestructura verde que han logrado alcanzar resultados concretos y medibles, entre los cuales destacan:

- **La sostenibilidad en áreas verdes debe ser abordada de forma multifactorial.** Sus efectos se reflejan habitualmente en distintas materias y de distintas formas, pero raramente serán unidireccionales o unifactoriales. Los impactos —positivos o negativos— podrán ser socioculturales, medioambientales, socioeconómicos, de salud, políticos, sólo por nombrar algunos. Proponemos preguntarse: ¿qué variables, impactos y coimpactos genera el proyecto a nivel social, económico y medioambiental? ¿Cuáles de ellos están proporcional o inversamente relacionados? ¿Puedo priorizar o debo mitigar alguno?
- **Las áreas verdes sostenibles deben estar conectadas.** Los ordenamientos urbanos tienden a fraccionar, dividir y seccionar para ordenar. Sin

embargo, dicho fraccionamiento y desconexión extendido a las áreas verdes restringe su potencial, servicios y alcance. Esto no implica restar valor a pequeños parches, sean antejardines, bandejones centrales o incluso pequeñas plazas, pero una perspectiva de sostenibilidad obliga a revisar la integración, comunicación e interdependencia de las áreas verdes con miras a desplegar su máximo potencial y utilidad. Proponemos preguntarse: ¿cómo dialoga esta intervención con las áreas verdes aledañas y el entorno en donde se ubica?, ¿se puede realizar alguna acción que permita una mayor conexión?, ¿qué aportes o perjuicios genera fuera del territorio o marco de acción habitual? La conexión de las áreas verdes multiplica sus efectos.

- **Un área verde sostenible debe buscar adaptarse y responder a las necesidades del medio.** La creciente crisis climática, los estreñimientos propios de la ciudad (por ejemplo, la polución en todas sus formas), la desigual distribución de recursos y la creciente demanda de la ciudadanía son algunos elementos base que se deben afrontar y reflejar en un área verde que se diga sostenible. Evidenciamos un Gran Santiago altamente complejo: enfrentado a una constante expansión que demanda más y más recursos (que no necesariamente distribuye de forma equitativa), pero a la vez afecto a un aumento exponencial de temperaturas, decrecimiento sostenido de su pluviometría, altos índices de contaminación y sostenida pérdida de material vegetal. Frente a este escenario proponemos preguntarse ¿qué acciones se pueden realizar en las áreas verdes para abordar de mejor manera la gran cantidad de necesidades urbanas? Maximizar los beneficios que aportan las áreas verdes es posible y sostenible.
- **Un área verde sostenible debe proyectarse en el largo plazo.** El establecimiento de un área verde es un proceso que demanda altas cantidades de recursos: de tiempo, humanos y económicos. A su vez, la inversión es recuperada con creces a medida que dicho espacio avanza hacia la madurez y la expresión de su mayor potencial y beneficios. Pero se debe cuestionar: ¿cómo lograr que el proyecto alcance permanencia en el tiempo?, ¿cómo ser eficientes en nuestra inversión en un medio en el cual los recursos (de toda naturaleza) muchas veces escasean? Esto requiere de un estudio acabado de la inversión en el corto, mediano y largo plazo. Proponemos preguntarse ¿cómo se comportan los elementos y

especies seleccionadas a cinco, 10, 15 o más años?, ¿cuántos recursos humanos y económicos debemos disponer en dicho lapso?, ¿qué plan de manejo se debe establecer? Una inversión con bajo retorno es y será siempre insostenible.

- **El dónde sí importa en la sostenibilidad.** No es indiferente el lugar en el cual proyectemos un área verde. Menos lo es en un medio urbano, caracterizado por enormes restricciones para sus usuarios. Un pulmón verde para la ciudad podrá tener un gran impacto macro, pero podrá resultar casi indiferente para un usuario que deba recorrer una hora para llegar a él. La extensa copa de un árbol para capear las altas temperaturas poco servirá si no puedo acceder a ella. El recuperar un espacio baldío o sitio erizado probablemente tendrá una significación e impacto mayor para dicha comunidad. Diversos estudios cuantifican de distinta forma la importancia de la ubicación de un área verde para poder entregar los servicios ecosistémicos a sus usuarios. Algunos hablan en medidas de tiempo (15 o 30 minutos caminando), otros como el proyecto de Supermanzanas de Barcelona en distancia (disponer de un área verde a no más de 200 metros). Sin importar la métrica, la conclusión es unánime: la ubicación, acceso y disponibilidad del área verde es un pilar fundamental para su sostenibilidad.
- **Las áreas verdes sostenibles deben estar sujetas a constante prueba.** Si proyectamos y caracterizamos un área verde como sostenible, debemos ser capaces de establecer los objetivos y métricas que avalan dicha merecedora calificación, y mantenerlos sujetos a su constante revisión y prueba. Esto no debe ser motivo de preocupación sino de programación. Tal como no resulta razonable la expectativa del éxito incondicional y carente de dificultades, sí lo es de la transparencia y objetividad, particularmente cuando se refiere a fondos y políticas de naturaleza pública. Por ende, cabrá preguntarse ¿son las métricas y fines propuestos objetivos y medibles? En caso efectivo, ¿qué metodología, instrumentos (por ejemplo, medidores de agua o trampas de polinizadores) y cronograma dispondremos?, ¿cuántos litros de agua convierten un área verde en sostenible y en comparación a qué línea base se calcula?, ¿qué mecanismos de transparencia y responsabilidad de dicha política pública dispondremos para la comunidad? Un área verde capaz de estar sujeta al escrutinio, tanto interno como externo, es

una que podrá adaptarse. Y un área verde capaz de adaptarse estará más cerca de la sostenibilidad.

- **No todo debe llamarse área verde sostenible.** El riesgo del uso inapropiado de los conceptos de sustentabilidad y sostenibilidad deviene en el cambio o desdibuje de su naturaleza y alcances. Esto puede hacernos perder de vista las metas de desarrollo urbano sostenible que nos hemos impuesto. Si catalogamos una intervención como sostenible, pero en la práctica no cumple con dicho estándar, ¿qué incentivo tendrá el ciudadano a replicarla? Los conceptos, al igual que las áreas verdes, debemos cuidarlos.

En un mundo de constante y rápido cambio, el desarrollo sostenible exige un esfuerzo mancomunado, sólido y transparente, sea de autoridades, tomadores de decisiones, entes públicos o privados, académicos, comunidades y/o usuarios. En la sostenibilidad, no hay espacio para la individualidad.

Referencias

- Acuña, A., Pastenes, C. y Villalobos G., L.**, 2017. Carbon sequestration and photosynthesis in newly established turfgrass cover in central Chile, *Agronomy Journal*, 109(2), pp. 397-405. doi: 10.2134/agronj2016.05.0257.
- Alcaldía de Medellín**, 2017. Una Medellín Verde para Vos. Medellín: Alcaldía de Medellín. Disponible en: https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/Contratacion_0_0/noticias/Shared_Content/Documentos/2017/Presentación Ciudad Verde.pdf (Acceso: 29 de diciembre de 2022).
- AGQLabs**, 2021. Medición de niveles freáticos. Disponible en: <https://agqlabs.cl/2021/07/15/medicion-de-niveles-freaticos/>
- Aronson, M.F.J. et al**, 2017. Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), pp. 189-196. doi: 10.1002/fee.1480.
- Ashden**, 2019. *Announcing the 2019 Ashden Award winners*. Disponible en: <https://ashden.org/news/announcing-the-2019-ashden-award-winners/> (Acceso: 27 de diciembre de 2022).
- Ayuntamiento de Barcelona**, 2020. *Supermanzanas crece en el Eixample*. Disponible en: <https://ajuntament.barcelona.cat/superilles/es/superilla/eixample> (Acceso: 10 de abril de 2023).
- Brundland, G.**, 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Geneva, UN-Dokument A/42/427. Disponible en: <http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm>.
- Bulkeley, H.**, 2016. Urban Nature: A Shared Solution To The Climate And Biodiversity Crises?, *The Naturvation Project*. Disponible en: https://naturvation.eu/sites/default/files/result/files/briefing_note_urban_nature_a_shared_solution_to_the_climate_and_biodiversity_crises.pdf (Acceso: 1 de diciembre de 2022).
- Bush, J.**, 2020. The role of local government greening policies in the transition towards nature-based cities, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, pp. 35-44. doi: 10.1016/j.eist.2020.01.015.
- Chiesura, A.**, 2004. The role of urban parks for the sustainable city, *Landscape and Urban Planning*, 68(1), pp. 129-138. doi: 10.1016/j.landurbplan.2003.08.003.
- City of Melbourne**, 2012. *Urban Forest Strategy*. Melbourne, Australia: City of Melbourne. Disponible en: <https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/urban-forest-strategy.pdf> (Acceso: 12 de abril de 2023).
- Cranz, G. y Boland, M.**, 2004. Defining the Sustainable Park: A Fifth Model for Urban Parks, *Landscape Journal*, 23(2), pp. 102-120. doi: 10.3368/lj.23.2.102.
- Dadvand, P. Nieuwenhuijsen, M.J., Esnaola, M. et al**, 2015. Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren, *National Academy of Sciences*, 112(26), pp. 7937-7942. doi: 10.1073/pnas.1503402112.
- Dramstad, W., Olson, J.D. y Forman, R.T.T.**, 1996. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. Washington, D.C: Island Press.
- Empresa de Desarrollo Urbano**, 2019. *Medellín gana premio internacional de sostenibilidad por sus Corredores Verdes*, Empresa de Desarrollo Urbano. Medellín. Disponible en: <https://www.edu.gov.co/noticias/item/90-medellin-gana-premio-internacional-de-sostenibilidad-por-sus-corredores-verdes#:~:text=El proyecto consiste en la,se consolida una red ecológica.> (Acceso: 27 de diciembre de 2022).
- Escobedo, F.J. et al**, 2006. The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests', *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3-4), pp. 105-114. doi: 10.1016/j.ufug.2005.12.002.
- Falcon, A. et al**, 2007. *Espacios verdes para la ciudad sostenible*. Barcelona: Gustavo Gil.
- Fernandez Calvo, I.**, 2019. *100 medidas para la conservación de la biodiversidad en entornos urbanos*. Edited by SEO/Bird Life. Madrid.
- Fernández, M.P.**, 2021. *Proyecto 'Adecuación climática de especies de arbolado urbano para Chile'*. Santiago, Chile.
- Forman, R.T.T.**, 2016. Urban ecology principles: are urban ecology and natural area ecology really different?, *Landscape Ecology*, 31(8), pp. 1653-1662. doi: 10.1007/s10980-016-0424-4.
- Frantzeskaki, N. et al**, 2020. Examining the policy needs for implementing nature-based solutions in cities: Findings from city-wide transdisciplinary experiences in Glasgow (UK), Genk (Belgium) and Poznań (Poland)', *Land Use Policy*, 96, p. 104688. doi: 10.1016/j.landusepol.2020.104688.

- Gallay, I. et al**, 2023. Quantification of the Cooling Effect and Cooling Distance of Urban Green Spaces Based on Their Vegetation Structure and Size as a Basis for Management Tools for Mitigating Urban Climate, *Sustainability (Switzerland)*, 15(4). doi: 10.3390/su15043705.
- Gobierno de Chile**, 2021. *Estrategia climática de largo plazo de Chile: camino a la Carbono Neutralidad y Resiliencia a más tardar al 2050*. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>.
- Hartig, T. et al**, 2003. Tracking restoration in natural and urban field settings, *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), pp. 109-123. doi: 10.1016/S0272-4944(02)00109-3.
- Hernández Palma, J. y Gutiérrez León, M.A.**, 2010. Patrones espaciales de expansión urbana de Santiago de Chile, período 1975-2003, *Revista de Urbanismo*, 0(22). doi: 10.5354/0717-5051.2010.8792.
- Instituto de Ecología y Biodiversidad y Municipalidad de Providencia**, 2023. *Monitoreo de bandas florales 2022-2023*. Santiago.
- IPBES**, 2019. *El informe de la evaluación mundial sobre la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, Summary for policy makers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Editado por C.N.Z.S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondizio E.S., H.T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S. H. M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Bonn: IPBES secretariat.
- Jenerette, G. et al**, 2011. Ecosystem services and urban heat riskcape moderation: water, green spaces, and social inequality in Phoenix, *Ecological applications*, 21, pp. 2637–2651.
- Kaplan, S.**, 1995. The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework, *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), pp. 169-182. doi: 10.1016/0272-4944(95)90001-2.
- Kardan, O. et al**, 2015. Neighborhood greenspace and health in a large urban center, *Scientific Reports*, 5, pp. 1-14. doi: 10.1038/srep11610.
- Kiss, B., Sekulova, F. y Kotsilla, P.**, 2019. International comparison of Nature-based solutions: Project Report', *Naturvation Project Report*.
- Krishnamurthy, L. et al**, 1998. *Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Editado por I.-A.D. Bank. IDB Publications 30898.
- Kuchelmeister, G.**, 2000. Árboles y Silvicultura en el Milenio Urbano', *Unasylva*, 51(153), pp. 49-55.
- Lohr, V.I.**, 2007. Benefits of nature: What we are learning about why people respond to nature, *Journal of Physiological Anthropology*, 26(2), pp. 83-85. doi: 10.2114/jpa2.26.83.
- Mass, J. et al**, 2009. Morbidity is related to a green living environment, *Journal of Epidemiology and Community Health*, 63(12), pp. 967-973. doi: 10.1136.
- Ministerio de Transporte Movilidad y Agenda Urbana de España**, 2022. *Programa Supermanzanas de Barcelona*. Disponible en: [https://esmovilidad.mitma.es/noticias/programa-supermanzanas-de-barcelona#:~:text=Supermanzana Barcelona tiene el objetivo,seguros y con menos contaminación. \(Acceso: 12 de abril de 2023\).](https://esmovilidad.mitma.es/noticias/programa-supermanzanas-de-barcelona#:~:text=Supermanzana Barcelona tiene el objetivo,seguros y con menos contaminación. (Acceso: 12 de abril de 2023).)
- Ministerio del Medio Ambiente**, 2018. *Guía de Apoyo Docente en Biodiversidad*, pp. 5-125. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-biodiversidad-docentes_web.pdf.
- Moran, N.**, 2010. Agricultura urbana- un aporte a la rehabilitación integral, *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 111, pp. 99-111.
- Municipalidad de Lo Barnechea**, 2023. *Eliminación de pastos no recreacionales en el espacio público*. Disponible en: <https://lobarnechea.cl/vecinos/reciclaje-y-cuidado-ambiental/cuidado-ambiental/emergencia-hidrica/eliminacion-de-pastos-no-recreacionales/> (Acceso: 5 de marzo de 2023).
- Municipalidad de Providencia**, 2019. *Jardines Sustentables en Plazas, Facebook*. Disponible en: https://web.facebook.com/MunicipalidadDeProvidencia/posts/jardines-sustentables-en-plazascomo-ya-saben-en-providencia-somos-conscientes-de/2627328160678347/?locale=es_LA&rdc=1&_rdr (Acceso: 2 de mayo de 2023).
- Municipalidad de Vitacura**, 2021. *Participa en el concurso "Saca tu Pasto 2021"*. Disponible en: <https://vitacurasustentable.cl/participa-en-el-concurso-saca-tu-pasto/> (Acceso: 4 de enero de 2023).
- Municipalidad de Vitacura**, 2022. *Estrategia de Áreas Verdes: Conoce aquí nuestro plan*. Disponible en: <https://www.vitacura.cl/medio-ambiente/crisis-hidrica.html> (Acceso: 6 de abril de 2023).
- Naumann, S. et al**, 2011. *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission, DG Environment, Service Contract No. 070307/2010/577182/ETU/F.1*. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/enveco/biodiversity/pdf/GI_DICE_FinalReport.pdf.
- Nowak, D.J., Crane, D.E. y Stevens, J.C.**, 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3-4), pp. 115-123. doi: 10.1016/j.ufug.2006.01.007.
- Nyakairu, J., Kuria, S. y Mbogori, S.**, 2012. *UN-HABITAT. Annual report 2012*. Nairobi, Kenya.
- Orellana, A.**, 2009. La gobernabilidad metropolitana de Santiago: La dispar relación de poder de los municipios, *Eure*, 35(104), pp. 101-120. doi: 10.4067/s0250-71612009000100005.
- Palmeiro, Y.; Melo, O. y Achondo, B.**, 2022. *The Lancet Countdown on Health and Climate Change 2022. Resumen de políticas para Chile*. The Lancet Countdown y Centro de Políticas Públicas UC. Disponible en: <https://politicaspublicas.uc.cl/publicacion/resumen-de-politicas-para-chile-the-lancet-countdown-on-health-and-climate-change-2022/>.

- Priego, C.**, 2002. *Beneficios del Arbolado Urbano*, Universidad de Concepción en Chile. Disponible en: [http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios del arbolado urbano.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf).
- Reyes Päcké, S. y Figueroa Aldunce, I.M.**, 2010. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile, *Eure*, 36(109), pp. 89-110. doi: 10.4067/s0250-71612010000300004.
- Reyes, S. et al**, 2014. *Costos de mantención de las áreas verdes urbanas en Chile*. Omeka para Cedeus. Disponible en: <http://pubs.cedeus.cl/omeka/document/84>.
- Sailor, D.**, 2003. Air conditioning market saturation and long-term response of residential cooling energy demand to climate change, *Energy*, 28(9), pp. 941-951. doi: 10.1016/S0360-5442(03)00033-1.
- Schiavon, M., Baird, J. y Scudiero, E.**, 2020. Mapping and Monitoring Turf Cooling Effects from the House to the City Scale in inland California. Disponible en: <https://scisoc.confex.com/scisoc/2020am/meetingapp.cgi/Paper/126073> (Acceso: 10 de diciembre de 2022).
- Shashua-Bar, L., Pearlmutter, D. y Erell, E.**, 2009. The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate, *Landscape and Urban Planning*, 92, pp. 179-186.
- Sorensen, M. et al**, 1998. Manejo de las áreas verdes urbanas, *Banco Interamericano de Desarrollo*, pp. 9-23.
- Steffen, W. et al**, 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet', *Science*, 347(6223). doi: 10.1126/science.1259855.
- Sustainable Energy for All**, 2021. *Creating a greener, cooler and healthier Medellín*. Disponible en: <https://www.seforall.org/stories-of-success/creating-a-greener-cooler-and-healthier-medellin> (Acceso: 29 de diciembre de 2022).
- United Nations**, 1992. *Rio Declaration on Environment and Development*, 19(04), p. 336. Disponible en: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf (Acceso: 2 May 2023).
- Universidad de Navarra y Ministerio de Transporte, M. y A.U.**, 2022. *Catálogo de Buenas Prácticas Urbanas en el marco de los objetivos de la Agenda Urbana Española*. Madrid. Disponible en: https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/AUE/doc/220726_catalogo_a3.pdf (Acceso: 12 de abril de 2023).
- Valenzuela, L. et al**, 2020. Sustentabilidad en espacios colectivos de barrios vulnerables, lineamientos para una política de espacios públicos, directrices de gestión, diseño y mantención, en *Camino Al Bicentenario. Propuestas para Chile*, Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 187-222. Disponible en: <https://politicaspublicas.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/sustentabilidad-en-espacios-colectivos-de-barrios-vulnerables.pdf> (Acceso: 2 de mayo de 2023).
- Vargas, A. y Balmaceda, N.**, 2011. Forestación urbana mediante compensación ambiental, *Centro de Políticas Públicas UC*, (43), pp. 1-12. Disponible en: <https://politicaspublicas.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/forestacion-urbana-mediante-compensacion-ambiental.pdf>.
- Vega, V.**, 2022. Seminario Municipalidades: protagonistas de la transformación hídrica local, en *Rol Municipal y oportunidades para gestionar el cambio*, p. 10. Disponible en: https://agenciadesustentabilidad.cl/pagina/municipalidades_estrategia_hidrica (Acceso: 12 de abril de 2023).
- Vélez, L.A. y Gómez, A.**, 2008. A Conceptual and Analytical Framework for Estimation the Ecological Integrity of Landscape Scale, *Arbor*, CLXXXIV(729). doi: 10.3989/arbor.2008.i729.159.
- Velez Restrepo, L.A.V.**, 2009. Del parque urbano al parque sostenible. Bases conceptuales y analíticas para la evaluación de la sustentabilidad de parques urbanos, *Revista de Geografía Norte Grande*, (43), pp. 31-49. doi: 10.4067/s0718-34022009000200002.
- Wilson, E.**, 1984. *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.
- Young, R.F.**, 2011. Planting the Living City, *Journal of the American Planning Association*, 77(4), pp. 368-381. doi: 10.1080/01944363.2011.616996.

CÓMO CITAR ESTA PUBLICACIÓN:

Vargas, A., Allamand, N., 2023. Áreas verdes urbanas y sostenibilidad: un desafío pendiente *Temas de la Agenda Pública*, 18(164), 1-21. Centro de Políticas Públicas UC.

Centro UC

Políticas Públicas



www.politicaspUBLICAS.uc.cl
politicaspUBLICAS@uc.cl



SEDE CASA CENTRAL

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 340, piso 3, Santiago.
Teléfono (56) 2 2354 6637.



SEDE EDIFICIO PATIO ALAMEDA

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 440, piso 12, Santiago.
Teléfono (56) 2 2354 5658.